

Die ökologische Deutung des Bakteriopurpurs, gegen die sich kaum ein stichhaltiger Einwand erheben läßt, ist ein neuer und nicht unwesentlicher Beitrag zur *Engelmannschen* Lehre von der Zweckmäßigkeit des Absorptionsverlaufes der Chromophylle, die er zunächst für die bunten Algen entwickelte und *Stahl* dann auf das Chlorophyll selber übertrug. Sie eröffnet auch allerlei andere interessante Perspektiven auf die Phylogenie der Purpurbakterien, die phototropische Empfindlichkeit der höheren Pflanzen u. a. m.

Pflanzenmetamorphose und Abstammungslehre.

Von Hugo Fischer, Essen a. d. R.

Wort und Begriff des Wortes „Metamorphose der Pflanzen“ werden meist auf *Goethe* zurückgeführt, der jedoch selbst in § 4 seiner Schrift sagt: „Die geheime Verwandtschaft der verschiedenen äußeren Pflanzenteile . . . ist im allgemeinen längst erkannt, ja auch besonders bearbeitet worden (Namen nennt G. nicht), und man hat die Wirkung, wodurch ein und dasselbe Organ sich uns mannigfaltig verändert sehen läßt, die Metamorphose der Pflanzen genannt.“ Der Dichter-Forscher schildert anschaulich und in der schönen Sprache, die man von ihm kennt, wie die Pflanze nacheinander die verschiedenen „Blätter“ ausbildet: Keim-, untere, mittlere, obere Stengelblätter, von denen die mittleren oft stärker ausgegliedert, die untersten und die obersten einfacher gebaut sind, danach Kelch-, Kronen-, Staub-, Fruchtblätter.

Doch war und blieb die Metamorphosenlehre eine „Idee“, über ein ordnendes Beschreiben kam *Goethe* nicht hinaus; wenn er meinte, die Metamorphose der Pflanzen *erklärt* zu haben, so teilte er diesen Irrtum mit manchem Forscher späterer Zeit, der „Beschreiben“ schon für „Erklären“ hält. Von einer wirklichen Erklärung, d. h. Erkenntnis der Ursachen, die in der Stoffwechselphysiologie¹⁾ liegen, war seine Zeit noch weit entfernt, und seine Vorstellungen entsprechend höchst unklar. Immerhin hat er eine solche Erklärung versucht!

Ein kurzer Hinweis ist nötig auf eine andere, längst bekannte Metamorphose, die der *Insekten*; die ist aber etwas ganz anderes als die der Pflanzen!

Jene Idee hat, zumal durch die formschöne Art, wie *Goethe* sie vortrug, befruchtend auf die Pflanzenkunde gewirkt, bis auch sie zum leeren Schema herabsank.

Die *Morphologie* (dieses Wort ist von *Goethe* selbst gebildet) erfuhr durch das *Mikroskop* eine wesentliche Verbreiterung und Vertiefung, sie wurde *Entwicklungsgeschichte* der Pflanzenorgane. Nun zeigte sich, daß alle die Blätter

i. w. S. einander „verwandt“ sind, indem sie aus gleichartigen Anlagen am Sproßscheitel hervorgehen. Doch auch mit diesen Forschungen war man bald an jener Grenze angelangt, wo Neues für die geistige Durchdringung der Erscheinungen nicht mehr zu holen war. Fragt man, was diese Richtung als Metamorphose bezeichne, so heißt es etwa: *B* ist metamorphosiertes *A*, wenn beide aus gleichen Anlagen am gleichen Ort entstehen und *B* später erscheint wie *A*. Beim Straußfarn (*Struthiopteris*) z. B. erscheinen erst laubige, sterile, dann fertile, keine Spreite bildende Wedel (erst Tropho-, dann Sporophylle). Entfernt man rechtzeitig die grünen Wedel, dann entstehen¹⁾ statt der Sporophyllen wieder sterile Trophophylle; also sind die fertilen metamorphosierten Laubwedel.

Es läßt sich aber leicht zeigen, daß die *Zeitfolge* nichts Bindendes hat; wie viele Frühlingsblüher die Blüten vor den Blättern bringen, so könnte der Straußfarn, der nur an alten Stöcken fruktifiziert, auch die Sporophyllen vor den Trophophyllen bringen, und wie stände es dann mit der Metamorphose? Nur für einjährige Pflanzen wäre das Erscheinen der Trophophyllen vor den Sporophyllen notwendig, weil die Laubblätter im Assimilationsvorgang die *Baustoffe* bilden müssen, welche für die Fortpflanzungszellen verbraucht werden.

Einen ganz anderen, tieferen Sinn erhält die Metamorphosenlehre erst, wenn wir sie mit der Deszendenztheorie, der *Abstammungslehre* verbinden. Dann heißt es: *B* ist metamorphosiertes *A*, wenn die Pflanze dort *B* trägt, wo ihre Vorfahren *A* getragen haben; Metamorphose bedeutet dann stammesgeschichtliche (phylogenetische) Umbildung eines Organes. Jede solche Erwägung ist ja gewiß hypothetischer Natur, aber ohne Hypothesen kommt keine Wissenschaft aus, und zulässig ist eine jede, die an *Bekanntes* anknüpft.

Die „Urpflanze“ bei *Goethe* war ein Begriff, ein Extrakt dessen, was der Mehrzahl der Blütenpflanzen gemein ist. Urpflanze im phylogenetischen Sinne wäre eine einfache Zelle, die noch Ernährung und Fortpflanzung in sich vereint. Fragen wir nach einer beblätterten Urpflanze, so ist klar, sie kann nicht *nur Trophophylle* besessen haben, weil die geschlechtliche Fortpflanzung in sehr frühe Zeiten zurückreichen muß, aber auch nicht *nur Sporophylle*, weil (vgl. oben) auch die Trophophylle unentbehrlich sind. Es bleibt nur ein Ausweg: unsere Urpflanze besaß *Trophosporophylle*, die sowohl der Assimilation wie der Vermehrung dienten, und erst die weitere Entwicklung führte dahin, daß ein Teil der Blätter allein der Ernährung diente, ein anderer ganz oder doch vornehmlich der Fortpflanzung.

Auch das Blatt selbst ist ein stammesgeschichtlich Gewordenes. Vorläufer der beblätterten Pflanze ist der ungliederte Thallus, der in fort-

¹⁾ Vgl. *Flora* 94, 1905, 478.

¹⁾ Vgl. *Goebel* in *Ber. D. Bot. Ges.* 5, 1887, 69.

schreitender Entwicklung Ausgliederungen bildete: nach unten Haftorgane, aus denen die *Wurzeln* höherer Pflanzen entstanden sind, und obere Auszweigungen, die sich weiter trennten in solche mit begrenztem und mit unbegrenztem Wachstum, *Blätter* und *Seitensprosse*.

Die ursprüngliche Form der Verzweigung ist die gabelige oder *dichotome*, mit Gleichartigkeit der Äste; aus ihr hat sich durch Bevorzugung je eines Gabelastes die monopodiale Verzweigung, mit einer die Nebenachsen tragenden Hauptachse, entwickelt. Daß die Gabelverzweigung die ältere ist, lehrt uns die *versteinerte Pflanzenwelt*, wo wir sie in den Haupttypen, wie den Siegel- und Schuppenbäumen (*Sigillaria*, - *Lepidodendron*) herrschend finden, nicht minder bei den *Farnen* der Steinkohlenzeit, von wo wir die schönsten Übergänge zur monopodialen Verzweigung feststellen können. Heute findet sich Gabelverzweigung nur noch bei den Geweihfarnen (*Platyserium*) und wenigen anderen, oder bei „gekrausten“ Monstrositäten, die zum Teil als Zierpflanzen beliebt sind. Bei sehr vielen Farnen sind aber die *Nerven* noch ganz (*Adiantum*) oder teilweise dichotom verästelt, ähnlich bei dem merkwürdigen Baum, der das Bindeglied zwischen Krypto- und Phanerogamen darstellt: *Ginkgo biloba*. Die Netzförmigkeit ist nicht nur die spätere, sondern auch die nützlichere (angepaßte) Form: schneidet man ein Ginkgoblatt quer ein, so vertrocknet das Gewebe über dem Schnitt; tut man das gleiche einem netzförmigen Blatt, so geht die Wasserleitung durch das Adernetz um den Schnitt herum, jener Teil leidet wenig oder gar nicht. Auch an Bäumen ist die Gabelbildung unvorteilhaft, weil der Sturm dort leicht anpacken und einreißen kann.

Die Gruppe der Farne bietet noch mehr des Interessanten. Lange hat man gestritten, ob ihre „Wedel“ Blätter oder Sprosse seien. Nun, sie sind eben keines ganz; blattartig ist ihr Aussehen und ihr mikroskopischer Bau, vom Sproß haben sie das „unbegrenzte“ Längenwachstum, das sich besonders schön an *Polypodium subauriculatum* Bl. (bekannt als *P. Reinwardtii*) darstellt, dessen Wedel an der Basis schon reife Sporen verstreuen, während die eingerollte Spitze noch weiter wächst. Echte Blätter bilden zuerst die Spitze fertig aus, der Blattgrund wächst nach. Die Farne sind in jenem Urzustand verblieben, in dem Sproß und Blatt noch nicht scharf getrennt war.

An den *Sporangien* der Farne hat sich gleichfalls eine Umbildung vollzogen: alle älteren Formen sind eu-, fast alle neueren leptosporangiat, d. h. die Sporenkapseln der älteren sind derbere, aus tieferen Gewebsschichten entwickelte Gebilde (heute: *Marattiaceae*, *Ophioglossaceae*), die der jüngeren sind dünn gestielt und entstehen aus nur einer Oberhautzelle (Typus: *Polypodiaceae*, Übergang: *Osmundaceae*). Soweit die Sporangien erhalten sind, läßt sich die allmähliche Verdrän-

gung der ersteren durch die letzteren in den Schichtenreihen verfolgen.

Einen Teil der als Farne bestimmten Fossilien hat man später durch Zusammenhang mit frucht- bzw. samenartigen Gebilden als Cycadeen oder Übergänge dazu erkannt: *Cycadofilices*. Die Cycadeen haben mit den Farnen noch die spiralige Einrollung der jungen Blätter und deren Nervatur gemein; eine lebende Zwischenform ist *Stangeria paradoxa*.

Eine weitere Metamorphose hat sich an den Stämmen der Farne betätigt: die ältesten haben noch den anatomischen Bau der Wasserpflanzen, fortschreitend zeigt sich die Umbildung für das Landleben. Die Wasserpflanzen sind auf Zugwiderstand gebaut, mit einem zentralen Gefäßstrang; Landpflanzen müssen biegeunfähig sein, ihre Bündel rücken nach dem Rande zu (Prinzip von *Schwendener*), einen Hohlzylinder bildend, aus dem sich später der kompakte Holzkörper unserer Bäume entwickelte.

Eigenartig ist eine Umbildung, die wir an fossilen Nadelhölzern verfolgen können. Bekannt ist die *langnadelige* Form von Kiefern, Tannen usw., daneben die seltenere *schuppenblättrige* von *Thuja*, *Lebensbaum*, und Verwandten. Die Entwicklung vom Nadel- zum Schuppenblatt hat im Mesozoikum stattgefunden; sie deutet sich an bei *Voltzia*, vom Rotliegenden bis Buntsandstein, und ist in Formen, die *Potonié* als *Voltziopsis* zusammenzieht, vom Keuper bis Jura vollendet.

Sät man die Samen einer schuppenblättrigen Art aus, so erwächst eine benadelte Keimpflanze, die später oder früher, je nach Außenbedingungen, zum Schuppenblatt übergeht. Zuweilen beharrt solche Pflanze ganz auf dem Jugendzustand; durch Stecklingsvermehrung hat man so eine besondere „Gattung“ *Retinispora* gezüchtet, die aber nichts anderes ist als stehengebliebene Jugendform einer *Chamaecyparis* oder dgl.; sie sind häufig in Kultur.

Hier haben wir einen Fall, der unter höheren Pflanzen selten ist: ein Beispiel für das „Biogenetische Grundgesetz“ von *Haeckel*: die Keimpflanze wiederholt die phyletische Entwicklung, sie ähnelt den Ureltern.

Den gleichen Fall finden wir bei manchen Arten von *Acacia*. Alle typischen Vertreter der großen Gattung haben doppeltgefiedertes Laub; in Australien und dem benachbarten Inselreich finden sich jedoch auch solche, die einfache, zum Teil seltsam gestaltete „Blätter“ haben; es sind jedoch keine Blätter, sondern „Phyllodien“, d. h. blattähnliche und Blätter ersetzende Gebilde, die dem fiederlos gewordenen *Blattstiel* entsprechen. Auch hier verrät die Keimpflanze die Abstammung: sie trägt zuerst doppelt gefiederte Blätter, bald aber werden der Fiederchen weniger, der gemeinsame Stiel verbreitert sich klingenartig, von oben nach unten, und die Pflanze bildet dann nur noch solche Scheinblätter.

Ähnlich verhalten sich Pflanzen mit „Phyllo-

kladien“, d. h. blattartig verbreiterte, Blätter vertretende *Zweige*, so Phyllanthus (Fam. Euphorbiaceae), Carmichaelia (Fam. Papilionaceae) u. a.

Sehr gute Beispiele für Metamorphose sind die *Ranken*. Beim Weinstock sind sie, wie ihre Stellung verrät, umgeänderte *Blütenstände*; ihnen ähnlich sind die Ranken der Kürbisgewächse. Bei Erbsen, Wicken und anderen Schmetterlingsblütlern, ebenso bei Cobaea (Fam. Polemoniaceae) sind es jedoch die verlängerten Stiele der gefiederten Blätter. Bei Lathyrus aphaca ist das ganze Blatt zur Ranke geworden, als Blätter fungieren die Nebenblätter; L. nissolia hat dagegen rankenlose, grasartige Phyllodien.

An Citrusarten fällt auf, daß ihr Blatt vom Stiel abgegliedert ist; sie dürften aus Arten mit dreizähligem Blatt, wie die ostasiatische C. trifoliata, durch Ausfall der seitlichen Blättchen entstanden sein: ein Fall *rückschreitender* Metamorphose.

Sehr eigenartige Umwandlungen haben sich an den *Blüten* und ihren Teilen vollzogen. Die stammesgeschichtliche Herleitung der Blüte, besonders der zweigeschlechtlichen, macht darum Schwierigkeiten, weil das einzige Beispiel aus der lebenden kryptogamischen Pflanzenwelt, die Sporangienähre von Selaginella, die weiblichen Makrosporangien am Grunde, darüber die männlichen Mikrosporangien trägt, die Blüte umgekehrt an der Spitze die Fruchtblätter, ringum darunter die Staubblätter. Nur eine Pflanzengruppe der Vorwelt zeigt uns etwas Ähnliches: die Familie der Bennettitaceae, den Cycadeen nahestehend, von der oberen Trias bis zur unteren Kreide (Wealden) reichend, hatte in der Gattung Cycadeoidea Formen, die jene Geschlechterverteilung aufwiesen, rundum einen großen Kranz gefiederter Blätter, Farnwedeln ähnlich, welche zahlreiche Mikrosporangien (Pollensäcke) trugen, dazwischen (darüber) ein zapfenförmiges Gebilde, das die Makrosporangien (Samenanlagen) einschloß. An eine direkte Abstammung unserer Blütenpflanzen von jener längst ausgestorbenen Gruppe ist jedoch nicht zu denken; es war ein blind endender Zweig des Stammbaumes.

Innerhalb der Blüte finden wir eine Umänderung in verschiedensten Verwandtschaftskreisen wiederkehren, das Unterständigwerden des Fruchtknotens, bei Amaryllidaceen, Iridaceen, Orchidaceen, Cannaceen; Umbelliferen; Cucurbitaceen, Campanulaceen, Compositen u. a. Eigenartig ist die krugförmige Blütenachse bei Rosa und dem weit entfernten Calycanthus.

Die Familie der Ranunculaceae hat einige Vertreter mit nur einer Blütenhülle, auf welche sofort Staubblätter folgen, z. B. Anemone. Bei Pulsatilla stehen an Stelle der äußersten Staubblätter ihnen ähnliche Honigblätter, die in einigen anderen Gattungen absonderliche Gestalten annehmen: Caltha, Helleborus, Nigella, Aconitum, Aquilegia. Dagegen hat Ranunculus Kelch und Krone, die letztere verrät aber durch ihre

Honigschuppe die Herkunft von jenen Honigblättern! Schließlich haben Adonis, Paeonia u. a. Kelch und Krone wie andere Blüten auch. Hieraus können wir also schließen, daß die Krone überhaupt aus Staubblättern, der Kelch aus Hochblättern entwickelt sei, worauf auch die gefüllten Blüten mit zu Kronblättern gewordenen Staubblättern hinweisen, ferner die Übergänge zwischen beiden bei Nymphaea usw.

Vielfach besteht die Metamorphose in fortschreitender *Reduktion*, z. B. in der Zahl der Staubblätter: Liliaceae 6, Iridaceae 3, Orchidaceae 2 (bei Cypripedium) oder meist 1; Cannaceae nur noch ein halbes. Weitgehendste Reduktion zeigen die Gramineen, meist nur 3 (auch 2 oder 1) Staubblätter, einen Fruchtknoten mit einer Samenanlage, Kelch und Krone fehlen; ähnlich die Cyperaceae, die jedoch mit den echten Gräsern nicht näher verwandt zu sein scheinen.

Ganz merkwürdig ist die Metamorphose der Staubblätter bei den Kürbisgewächsen: die 5 Staubblätter verwachsen zu 2 + 2 + 1 (Gurke), beim Kürbis erscheinen sie wie ein kolbiges Gebilde mit gewundenen Staubfächern, bei Cyclanthera schließlich bilden sie *einen* hutpilzförmlichen Körper, der im Rand die ringförmigen Pollenfächer birgt.

In verschiedenen Reihen finden wir Zusammendrängung vieler kleiner Blüten zu einer „*Blüte höherer Ordnung*“, dann meist mit gemeinsamem Schauapparat, wobei oft die äußersten Blüten steril werden und nur in letzterer Art wirken, wie beim Schneeball, Viburnum opulus. Solche scheinbare Blumen zeigen z. B. gewisse Doldenblütler: Hacquetia, Bupleurum, Astrantia, ferner Cornus suecica u. a. „*Strahlende*“ Randblüten haben u. a. Heracleum, von den Kreuzblütlern Iberis (Schleifenblume), auch Scabiosa und Verwandte. Der Typus der Erscheinung ist aber in den Korbblütlern verwirklicht, und ihren Gipfel erreicht diese Entwicklung beim *Edelweiß*, dessen „*Blüte*“ doppelt zusammengesetzt ist, aus einer von gemeinsamer, schneeweißer Hülle umgebenen Gruppe von Blütenkörbchen.

Im übrigen sind die Compositen ein Bild sehr weitgehender Reduktion, besonders in dem einfachen, nur eine Samenanlage bergenden Fruchtknoten und dem Kelch, der hier in Gestalt winziger trockener Blättchen, dort als Federkrone (Disteln), oder in Gestalt zweier mit Widerhaken besetzter Zähne (Bidens) usw. erscheint, oder ganz fehlt (Leucanthemum, Klette u. a.). Ihrer extremen Ausbildung entsprechend dürfen wir die namentlich in Amerika ungemein artenreiche Familie der Compositae als einen der jüngsten Zweige des Pflanzenstammbaumes ansehen.

Weitgehende, z. T. völlige Rückbildung der *Laubblätter* ist vielfach an Pflanzen von saprophytischer oder parasitischer Lebensweise zu beobachten, so bei jenen humusbewohnenden Orchideen, Neottia u. a., die gewissermaßen auf

ihrem Wurzelpilz schmarotzen; weiter bei Monotropa, Lathraea, Orobancha usw. Ganz blattlos ist die schmarotzende Cuscuta, Klee- u. a. Seide; ihr Winden verwandt, während die täuschend ähnliche tropische Gattung Cassytha zu den Lorbeergewächsen gehört; ein schönes Beispiel für „Konvergenz“. Noch viel weiter ist die Rückbildung bei der Gattung Pilostyles, Fam. Rafflesiaceae, gediehen, deren Arten im Holze von Tragant- (Astragalus-) Sträuchern schmarotzen; ihr ganzer Pflanzenkörper ist in pilzmyzelähnlichen Fäden aufgelöst, erst wenn es zur Blütenbildung kommt, werden Gewebskörper wie die anderer Blütenpflanzen gebildet. Die Blüten des Schmarotzers brechen dann, als gehörten sie dahin, aus der Rinde des Wirtes heraus — eine der wunderlichsten Erscheinungen im ganzen Pflanzenreich.

In anderer Art rückgebildet sind die Blätter bei der „Kaktusform“, den echten Kakteen Amerikas, den ihnen oft täuschend ähnlichen Wolfsmilcharten Afrikas und Südasiens. Die oft bedornten Warzen der kugel- und säulenförmigen Stämme entsprechen den Blattbasen. Beblätterte Formen weisen den Übergang: Peireskia, Euphorbia splendens u. a.

So können wir wie im Tier-, so auch im Pflanzenreich, teils aus den Fossilien, teils durch Vergleichen lebender Formen Reihen aufstellen, Reihen einer *bestimmt gerichteten Entwicklung*, ungefähr das, was Eimer mit „Orthogenese“ bezeichnet; „Vererbung erworbener Eigenschaften“¹⁾ liegt aber hier *nicht* vor! Über die Ursachen solcher Entwicklungsrichtung wissen wir z. Z. nichts, äußere Umstände können nur sehr teilweise mitwirken, sonst müßten z. B. da, wo Kakteen wachsen, *alle* Pflanzen Kaktusform haben! Auch *zweckmäßig* ist die Metamorphose nur in gewissen Fällen, z. B. die Anpassung von Wasserpflanzen ans Landleben. Andere der angedeuteten Fälle, z. B. unterständiger Fruchtknoten, haben mit „Zweck“ gar nichts zu tun. Jede Wiese zeigt vielerlei Blatt- und Blütenformen — können wir sagen, die eine sei zweckmäßiger als die andere? Wir haben keinen Grund zu zweifeln, daß die Entwicklungsrichtung auch *zweckwidrig* sein kann, so daß sie zum *Aussterben* des ganzen Stammes führt; man denke an das ungeheure Geweih des Riesenhirsches, die Stoßzähne beim Mammut, die den Tieren gewiß mehr hinderlich als nützlich waren.

Zweckwidrige Entwicklung erklärt wohl am ungezwungensten das sonst unerklärte Verschwinden mächtiger Tier- und Pflanzengruppen der Vorwelt: der Siegel- und Schuppenbäume der Steinkohlenzeit, der Ichthyosaurien und Plesiosaurien, der Ammoniten, Hippuriten u. a. Veränderung von Tier- und Pflanzenarten infolge veränderter Lebensbedingungen kennen wir mit

¹⁾ Vgl. Naturw. Wochenschr. N. F. 9, 1910, 737, 753; 10, 1911, 165.

Sicherheit nur in der Domestikation (vgl. das bekannte Buch *Darwins*); diese Veränderungen sind aber im Sinne der Selbsterhaltung der Art wohl restlos zweckwidrig.

Elektrizitätsversorgung der Schweiz.

Von Hans Roth, Zürich.

Nordwärts der Gestade des Mittelländischen Meeres steigen gewaltige Gebirgsmassen auf. An deren Flanken fallen die aus westlichen Meeren aufsteigenden Wassermassen während vieler Monate des Jahres als Schnee nieder. Ein Teil dieser im Jahr meist über 2000 mm betragenden Niederschläge löst sich in den 3 bis 4 Sommermonaten und kommt, die Hauptströme der Schweiz bis zum Überborden füllend, zum Abfluß, während anderwärts kleinere Gewässer zu gleicher Zeit beinahe austrocknen. Durch diese Verschiebung in der Abflußzeit, durch das Zurückhalten von Wasser im Winter, durch das Freigeben im Sommer wird der Wasserhaushalt der meisten schweizerischen Flüsse und somit auch die Elektrizitätsversorgung des Landes aus Wasserkraftanlagen beeinflusst.

Viele Bewunderer der schönen Gebirgslandschaft kennen unser Land nur von kurzen Ferienfahrten oder aber aus Berichten über Alpenwanderungen im Sommer, in denen meist etwas von dem Zauber miteingeflochten ist, welcher den Aufstieg in die Welt kühner Schönheit zu einem Erlebnis werden läßt. Weder die Beschreibung sommerlicher Fahrten noch die im Winter von St. Moritz aus an die Öffentlichkeit gelangenden Saisonberichte vermögen einen zutreffenden Begriff über den zähen Kampf zu geben, den die Bergbevölkerung infolge der klimatischen Verhältnisse in den Jahreszeitübergängen zu führen hat. Kurzer, wetterlaunischer Sommer, früher, 7 bis 8 Monate dauernder Winter in einem Lande, in dem keine oder ungenügende Kohlen sich vorfinden; in Hochtälern, die zur Winterszeit nur dank den Schutzwaldungen gegen Lawinen bewohnbar und in denen in den letzten Jahren kleine Städte entstanden sind, um Kranken Aufnahme und Heilung zu bieten.

Der Mangel an billigem Holz und Kohle zwingt zu Heizzwecken elektrische Energie aus Wasserkraftanlagen zu verwerten; aber gerade in denjenigen Monaten, während welcher das Bedürfnis der Bewohner nach Licht und Wärme am größten ist, gerade dann versagt die Natur die wirksame Mithilfe zur Deckung des dringendsten Bedarfs. Die Niederschläge erfolgen nur noch in fester Form, so daß die Abflusssmengen der Gebirgsgewässer, welche noch von Quellwasser gespeist werden, langsam, aber mit vorrückendem Winter stetig abnehmen. Somit nimmt auch die vermittels Wasser erzeugbare